

## БІОЛОГІЯ І БІОМЕХАНІКА СПОРТУ

УДК 611.986-055.25:616-071.3  
ББК 75.0

Сергій Попель, Світлана Вихованець

### АНТРОПОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЇХ КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ З ПЛАНТОГРАФІЧНИМИ ДАНИМИ ПРИ РІЗНИХ ФОРМАХ СТОПИ В СТУДЕНТІВ-ЧОЛОВІКІВ 19–20 РОКІВ

*Результати аналізу середніх даних довжини й висоти внутрішньої частини поздовжнього склепіння стопи в абсолютних числах та індексу склепіння стопи у відсотках вказують на існування асиметрії стопи за досліджуваними параметрами. За цими даними можна судити про ступінь і діапазон функціонального запасу міцності суглобо-зв'язково-м'язового компонента стопи й про вплив специфічних і неспецифічних факторів, які сприяють розширенню, фіксації та збереженню цього запасу. Виділені три форми стопи: єгипетська, прямокутна й грецька, які характеризуються вірогідною різницею окремих лінійно-кутових параметрів і коефіцієнту переднього відділу стопи. Для забезпечення достатньої інформативності необхідно проводити визначення величини кутів п'яткової та човникоподібної кісток і кута біля латерального виростка гомілки.*

**Ключові слова:** плантограма, форма стопи, кутові й лінійні параметри, коефіцієнти сплюснення.

*Результаты анализа средних данных длины и высоты внутренней части продольного свода стопы в абсолютных числах и индекса свода стопы в процентах указывают на существование асимметрии стопы за исследуемыми параметрами. По этим данным можно судить о степени и диапазоне функционального запаса прочности суставно-связочно-мышечного компонента стопы и о влиянии специфических и неспецифических факторов, которые способствуют расширению, фиксации и сохранению этого запаса. Выделены три формы стопы: египетская, прямоугольная и греческая, характеризующиеся статистически достоверными различиями отдельных линейных, угловых параметров и коэффициента переднеотдела стопы. Для обеспечения достаточной информативности необходимо проводить определения величины углов лодыжки, пяточной и ладьевидной костей.*

**Ключевые слова:** плантограмма, форма стопы, угловые и линейные параметры, коэффициенты уплощения.

*The results of analysis of middle data of length and height of inside of longitudinal value of foot in absolute numbers and index of vault of foot in percents specify on existence of asymmetry of foot after the probed parameters. From these data it is possible to judge about a degree and range of functional margin of safety of arthral-ligamentary-muscular component of foot and about influence of specific and heterospecific factors, which are instrumental in expansion, fixing and maintainance of this supply. During examination of plantograms three forms of feet: egiptal, rectangular and greek have been distinguished, statistically characterized by reliable distinctions of separate linear and angular parameters and coefficient of the anterior part of the foot. Coefficients used for examination of the pathology of the foot fornix do not possess sufficient information and need additional examination of the dimensions of the angels of ankle-bone, calcaneal and navicular bones.*

**Key words:** plantogram, foot forms, angular and linear dimensions, coefficient of flattening, anthropometric indexes.

**Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень.** Вивчення морфології “здорової” стопи дозволяє визначити чітку межу між крайніми варіантами норми й початковими стадіями її деформації [4; 5]. При цьому таке розмежування залишається досить складним завданням з огляду на те, що форма стопи залежить від багатьох факторів, а підтримка її склепінчастого апарату має свої статеві-вікові особливості, які обумовлюють специфічні вимоги до нього [2; 10]. Його анатомо-фізіологічні та біомеханічні особливості визначають індивідуальні властивості [1; 3; 9]. Ці фактори впливають на ступінь та діапазон функціонального запасу міцності суглобо-м'язового компонента стопи. Відомо, що порушення пропорційності тіла людини сприяє зниженню ресорних властивостей склепіння стопи, що може призвести до трав-

матизації опорно-рухового апарату або розвитку різного ступеня плоскостопості [6; 7; 8]. Надзвичайна складність анатомічної будови стопи людини в поєднанні з різноманітністю виконуваних функцій робить її важкодоступною для пізнання біомеханічних властивостей у зв'язку з будовою організму в цілому [1; 2; 7]. Тому актуальність розробки методики оцінки стану склепінчастого апарату стопи у зв'язку з антропометричними показниками важко переоцінити.

**Мета роботи.** Виявити залежність лінійних і кутових параметрів різної форми стопи з антропометричними показниками студентів 19–20 років.

**Об'єкт і методи дослідження.** Морфометрія тіла з детальним вивченням параметрів стопи й вільних нижніх кінцівок проведена в 267 студентів-чоловіків 19–20 років Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Вивчення морфометричних характеристик стопи проводилося із застосуванням плантографічного методу за Е.А.Мартіросовим (1975) у модифікації Чижина-Штритера (1991). За цією методикою на плантограму наносили основні та додаткові лінії й точки, як показано на рис. 1.

Комп'ютерна обробка плантограми проводилася за наступним алгоритмом: через точки А і В, які відповідають головкам 1 і 5 плесневих кісток проводять пряму лінію. Із зовнішнього боку відбитка стопи через точки В (головка 5 плесневої кістки) і С (найбільш виступаюча зовні точка п'ятки) проводиться пряма лінія, від якої встановлюється перпендикуляр з точки D (крайня задня точка відбитка п'ятки). Довжину стопи (відбитка) визначали від точки D до більш довшого пальця стопи.

Від точки E по прямій BE відкладалися відрізки рівні 0,16, 0,30, 0,46 і 0,60 довжини відбитка. Із знов знайдених точок устанавлюються перпендикуляри до прямої BE (CC', UU', VV' і WW').

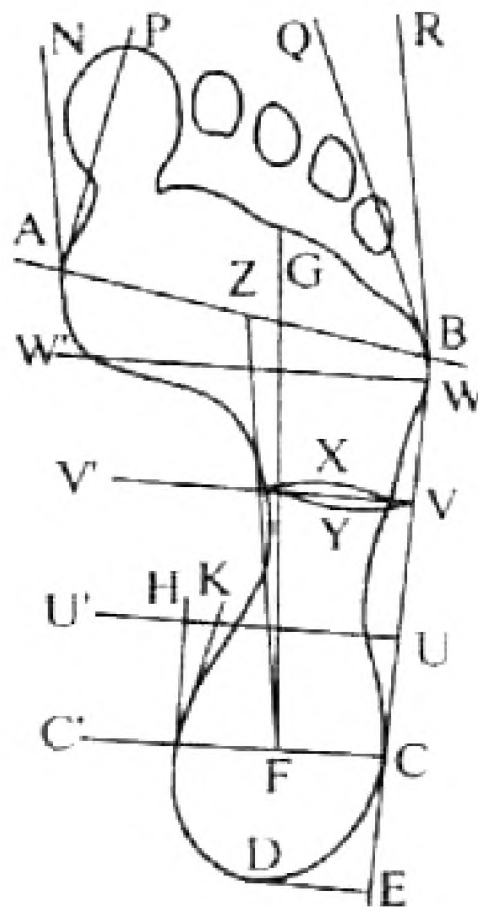


Рис. 1. Схема основних і додаткових ліній нанесених на плантограму

Крім цих ліній, проводились додаткові лінії: а) лінія, що відсікає зовнішню частину поздовжнього склепіння. Вона з'єднує середину лінії  $CC'$  (точка  $F$ ) з точкою  $G$  (точка між основами 3 і 4 пальців); б) перпендикуляр  $C'H$  до лінії  $CC'$ ; в) лінія, що з'єднує точки  $C'$  і  $K$  (за відбитком уперед і на 1 см від  $C'$ ); г) умовна вісь стопи – лінія, що з'єднує точки  $F$  і  $Z$  (серединна лінія стопи); д) лінія  $AP$  від точки  $A$  через крайню передню точку відбитка 1 пальця; е) лінія  $AN$  паралельна умовній осі стопи.

Для оцінки ступеня плоскостопості за станом поперечного склепіння стопи застосовувалися рангові критерії плоскостопості, запропоновані С.Ф.Годуновим (1968) і поширені в ортопедичній практиці.

За результатами замірів визначали висоту поздовжнього склепіння стопи за формулою Штритера:  $I = \frac{ГД \times 100}{ВД}$ , де  $ГД$  – горизонтальна довжина,  $ВД$  – вертикальна довжина. Оцінка значень індексу Штритера проводилася за такою шкалою: “0–36%” – високе склепіння; “36,1–43%” – підвищене склепіння; “43,1–50%” – нормальне склепіння; “50,1–60%” – сплющене склепіння; “60,1–70%” – плоскостопість.

Про стан поперечного склепіння судили за величиною індексу Чижина, який визначали за формулою:  $I = \frac{\text{ширина зафарбованої частини}}{\text{ширина незафарбованої частини}}$ . Оцінка значень індексу Чижина проводилася за такою шкалою: “0–1” – стопа в нормі; “1,1–2” – сплющена стопа; “вищий за 2” – плоскостопість.

За отриманими даними вираховували загальний індекс стопи Фрідлянда за формулою:  $I = \frac{h}{l} \times 100$ , де  $I$  – загальний індекс стопи,  $h$  – висота підйому стопи (у см),  $l$  – довжина стопи (у см). Оцінка значень індексу Фрідлянда проводилася за такою шкалою: “вищий за 33%” – дуже високе склепіння; “33–31%” – помірно високе склепіння; “31–29%” – нормальне склепіння; “29–27%” – помірна плоскостопість; “27–25%” – плоска стопа; “нижчий за 25%” – різка плоскостопість. За цим індексом нормальна висота дорівнює 5–7 см.

Порівнюючи різні індекси, ми робили висновок про тип стопи: склепінчаста, нормальна, плоска.

Одержані дані обробляли варіаційно-статистичним методом з використанням пакету прикладних програм “Statistica-6” та Excel 2008.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Проведений аналіз основних антропометричних показників дозволив нам встановити групові особливості фізичного розвитку, залежно від соматотипу студентів.

Так, студенти дигестивного соматотипу мали найнижчі ростові показники ( $172,15 \pm 3,47$  кг). Також були зафіксовані найвищі показники маси тіла та ОГК. Разом з тим у студентів цього соматотипу зафіксовані високі показники обхватних розмірів нижніх кінцівок – окружність стегна й гомілки становила  $60,33 \pm 4,12$  і  $34,1 \pm 2,62$  см відповідно. Товщина шкірно-жирових складок становила на передній поверхні плеча 2,26 мм, на задній поверхні плеча – 4,25 мм, під лопаткою – 5,24 мм, у поперековій ділянці – 6,76 мм, на задній половині гомілки 9,0 мм, при цьому росто-масовий індекс становить 0,85 у. о.

У групі студентів із торакальним соматотипом середній ріст становить  $175,32 \pm 1,57$  см. Маса тіла становить  $72,74 \pm 2,16$  кг, а показники ОГК є найвищими серед усіх студентів і становлять  $88,4 \pm 0,68$  см. Обхватні розміри нижніх і верхніх кінцівок нижчі, ніж у студентів м'язового й дигестивного соматотипів і становлять відповідно  $16,54 \pm 0,22$  см на плечі;  $14,55 \pm 0,98$  см на передпліччі;  $38,72 \pm 3,26$  см на стегні і  $33,4 \pm 0,67$  см на гомілці. У цих студентів порівняно високі значення показників товщини жирових складок – 3,7 мм у ділянці плеча і 10,3 мм у ділянці задньої поверхні гомілки.

До астеничного соматотипу належать студенти, які мають найбільші ростові показники, що становлять  $180,7 \pm 1,79$  см. Показники оружності грудної клітки, стегна й голілки найменші серед всіх обстежених студентів.

До групи з м'язовим соматотипом належать студенти з гармонійним й атлетичним типом тілобудови. При середньому рості  $174,4 \pm 1,12$  см маса тіла становить  $73,14 \pm 0,68$  кг, ОГК –  $86,2 \pm 1,35$  см. Обхватні розміри верхньої й нижньої кінцівок найбільші серед усіх обстежених студентів.

Результати нашого дослідження дозволили встановити ступінь розвитку поздовжнього й поперечного склепіння стопи як критерій оцінки амортизаційно-ресорної та опорної здатності стопи в нормі. Середні значення вимірюваних нами розмірів стопи представлені в табл. 1.

Таблиця 1

**Основні параметри склепінчастого апарату стопи студентів 17–19 років ( $\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$ ; n=267)**

Показник	Права стопа	Ліва стопа
Довжина стопи	$26,2 \pm 1,2$	$26,3 \pm 1,4$
Ширина стопи	$10,1 \pm 0,8$	$10,0 \pm 0,7$
Висота підйому стопи	$5,5 \pm 0,4$	$5,5 \pm 0,4$
Висота медіальної частини поздовжнього склепіння стопи	$6,0 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,6$
Індекс Фрідлянда	$30,0 \pm 1,4$	$30,0 \pm 1,5$
Індекс Чижина	$0,87 \pm 0,01$	$0,89 \pm 0,01$
Індекс Штритера	$44,7 \pm 1,7$	$44,7 \pm 1,6$

При аналізі плантограм нами було встановлено, що при середньому розмірі стопи  $26,2 \pm 1,3$  см поздовжній розмір відстані “Z–F” складав у середньому  $12,6 \pm 0,8$  см ( $P < 0,01$ ); відстані “F–D” в середньому  $16,5 \pm 1,2$  см ( $P < 0,05$ ); відстані “S–G” в середньому  $26,1 \pm 2,2$  см ( $P < 0,01$ ), що було обумовлено неоднаковою довжиною й розміром першого й другого пальців стопи. Поздовжній розмір дистанції “E–B”, який характеризує довжину бокового (зовнішнього) краю стопи складав у середньому  $14,6 \pm 1,1$  см ( $P < 0,02$ ). При цьому на прямій “E–B” дистанція максимальної вираженості зовнішньої випуклості бокового краю стопи “C–W” складає в середньому тільки  $11,2 \pm 1,4$  см. Для оцінки поздовжньої склепінчастості стопи немаловажне значення мають так звані “внутрішні” поздовжні розміри. Нами встановлено, що дистанція “K–V” складає в середньому  $6,8 \pm 0,9$  см, а  $\angle PCU_1$  складає  $3-4^\circ$ . Було встановлено, що в студентів 17–19 років індекс Чижина становить в середньому  $1,88 \pm 0,11$ , а індекс Штритера –  $4,47 \pm 0,18$ .

Для характеристики переднього відділу стопи, який відповідає подушкоподібному підвищенню пальців стопи й ступеня розсування пальців при постановці стопи ми вимірювали  $\angle$ “SAN” і  $\angle$ “RBM”, які складали відповідно  $7-15^\circ$  і  $4,2-5,5^\circ$ . Залежно від того, який палець стопи більше розвинутий,  $\angle$ “SAN” може значно коливатись, що, у свою чергу, буде суттєво впливати на вираженість горизонтальної складової динамографічної кривої.

Для оцінки поперечного склепіння стопи існує цілий ряд розпізнавальних пунктів, які враховуються при аналізі плантограми. Найбільш важливими, на нашу думку, є такі розміри поперечного склепіння стопи: дистанція “A–B” становить  $11,5 \pm 1,2$  см; дистанція “WW” –  $8,6 \pm 0,9$  см; дистанція “CC” –  $5,1 \pm 0,3$  см. Індекс поперечного склепіння складає  $0,85 \pm 0,1$ , що відповідає нормальному стану поперечного склепіння за Фрідляндом. Співвідношення між відрізками “A–Z” і “Z–B” та відрізками “C’–F” і “F–C” становить 1:1,1. Це, у свою чергу, свідчить про те, що стопа в неспортсменів при постановці на тверду основу знаходиться в слабо супінованому положенні.

З аналізу даних табл. 2 видно, що при динамічному навантаженні проходить перебудова в основному поздовжнього склепіння стопи й такий вид навантаження мало торкається її поперечних розмірів. При цьому індекс Фрідлянда змінюється незначно, а індекс Чижина досягає відмітки 0,91–1,1. При статичних навантаженнях зміни стосуються як поздовжнього, так і поперечного склепіння.

Таблиця 2

## Антропометричні показники поперечного й поздовжнього склепіння стопи в студентів

17–19 років при різних видах навантаження ( $\bar{X} \pm s \bar{x}$ ; n=267)

Основні параметри Розміри	Права стопа		Ліва стопа	
	статичне навантаження	динамічне навантаження	статичне навантаження	динамічне навантаження
GS	26,6±1,1	26,7±1,2	27,1±1,1**	27,2±1,2*
FZ	12,7±0,9	12,9±0,8	13,0±0,7	13,2±0,7
FD	16,8±0,8	16,9±0,7	17,2±0,9	17,3±1,1*
∠“SAN”	9,0±0,5	9,1±0,5**	9,6±0,7	9,6±0,6
∠“RBM”	4,3±0,2	4,4±0,2	4,3±0,2	4,4±0,7
∠“PC’U <sub>1</sub> ”	4,0±0,2	4,0±0,2	4,0±0,1	4,0±0,5
AB	11,5±0,6	11,5±0,5	11,8±0,8	11,8±0,8
WW <sub>1</sub>	8,6±0,5	8,6±0,3	8,6±0,7	8,6±0,6
UP	4,3±0,2	4,4±0,2*	4,2±0,2	4,3±0,3
UP <sub>1</sub>	4,8±0,3	4,8±0,1	4,8±0,2	4,8±0,3
CC’	4,9±0,3	4,9±0,2	5,0±0,3	5,0±0,4

Примітка: \* -P&lt;0,05; \*\* -P&lt;0,02.

Це знаходить своє відображення у зміні співвідношення між показниками індексів Фрідлянда й Штрітера. Так, якщо без обтяження їх співвідношення оцінювались як 1:1,2, то після навантаження 50-кілограмовою штангою це співвідношення статистично достовірно збільшувалось вже до 1:1,4 (P<0,02).

Таким чином, отримані кількісні дані основних розмірів стопи студентів свідчать про достатній розвиток як поперечного, так і поздовжнього склепіння стопи, який має потужні функціональні пружно-еластичні можливості, які можуть служити вихідними (контрольними) даними для подальшого аналізу склепінчастого апарату стопи у взаємозв’язку з іншими антропометричними показниками.

Серед обстежених студентів виявлені три форми стопи на підставі співвідношень довжини пальців: 1) “скошена, або єгипетська” – довжина пальців рівномірно зменшується від першого до п’ятого; 2) “конусоподібна, або грецька” – довжина другого пальця більше довжини першого; 3) “прямокутна” – довжина всіх пальців однакова [8].

У студентів 17–19 років найчастіше (64,5%) реєструється “скошена стопа” (рис. 2). “Грецька” і “прямокутна” форма стопи зустрічаються в 3,5 рази рідше й однаково часто (відповідно в 17,6% і 17,9% випадків). Аналіз лінійних параметрів показав, що найбільшу довжину має “грецька” форма стопи (246,5±0,9 мм). При “єгипетській” і “прямокутній” формі стопи вона однакова (243,0±0,7 мм) і статистично вірогідно відрізняється від довжини “грецької” стопи (P<0,05). При всіх формах стопи її довжина характеризується незначною мінливістю (Cv=2,7–4,1%, табл. 3). Найбільшу косу ширину має прямокутна форма стопи (90,2±0,4 мм), а найменшу – “грецька” (88,8±0,5 мм).

Коса ширина “прямокутної” стопи статистично невірогідно (P>0,05) більша, ніж у “єгипетської” і “грецької” стоп (відповідно на 0,9 мм і 0,4 мм). У всіх формах стопи вона має незначний коефіцієнт варіації (Cv=4,0–5,0%).

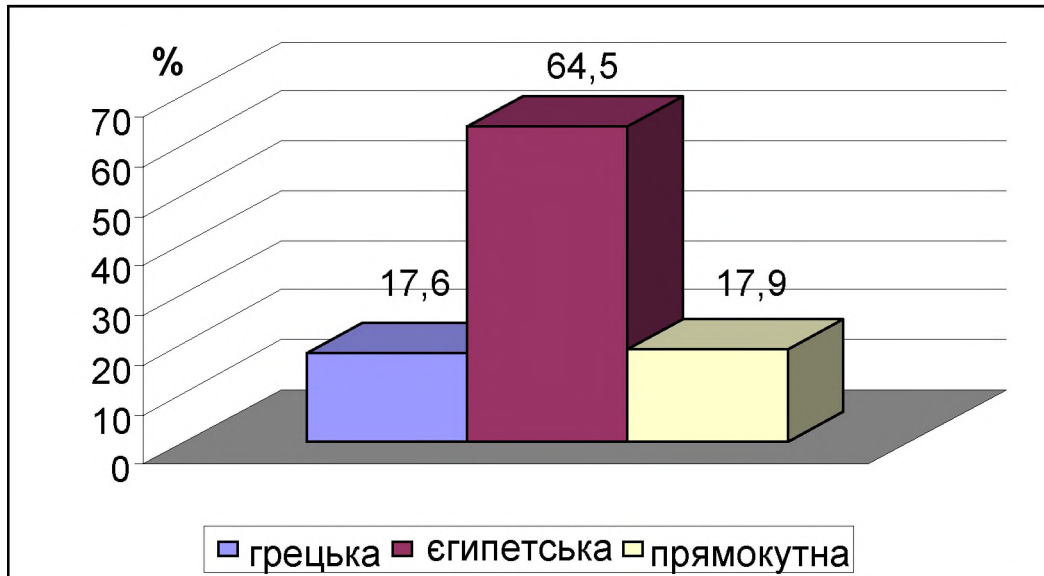


Рис. 2. Частота розподілу різних форм стопи в студентів-чоловіків 19–20 років

Таблиця 3

## Лінійні морфометричні параметри різної форми стопи (n=267)

Морфометричні параметри	Форма стопи	Варіаційно-статистичні показники					
		$\bar{X} \pm s \bar{x}$	$\sigma$	Cv%	P1	P2	P3
Довжина стопи	“Грецька”	246,5±0,9	8,7	3,5	*	*	
	“Скошена”	243,0±0,8	9,9	4,1			
	“Прямокутна”	243,0±0,7	6,7	2,7		*	
Скошена ширина стопи	“Грецька”	88,8±0,5	4,3	4,9		*	
	“Скошена”	89,3±0,3	4,4	5,1			
	“Прямокутна”	90,2±0,4	3,6	4,0		*	
Висота середньої арки поздовжнього склепіння	“Грецька”	62,0±0,9	8,7	14,0		*	
	“Скошена”	61,5±0,4	6,2	10,1			
	“Прямокутна”	60,6±0,6	5,2	8,6		*	
Висота зовнішнього поздовжнього склепіння	“Грецька”	66,7±0,9	8,1	12,2			
	“Скошена”	66,0±0,4	6,2	9,4			*
	“Прямокутна”	66,0±0,6	5,5	8,3			
Висота внутрішньої арки поздовжнього склепіння	“Грецька”	93,9±1,0	9,7	10,3			
	“Скошена”	92,7±0,4	7,2	7,7			
	“Прямокутна”	92,8±0,6	5,7	6,2			
Висота таранної кістки над опорною поверхнею	“Грецька”	101,2±1,4	9,1	9,0			
	“Скошена”	102,6±0,4	7,2	7,0			*
	“Прямокутна”	103,3±0,5	5,1	5,0		*	

Примітка: P1 – вірогідність різниці “грецької” стопи з “єгипетською”; P2 – “грецької” стопи з “прямокутною”; P3 – “єгипетської” стопи з “прямокутною”; \*P<0,05.

Найбільша висота серединної арки поздовжнього склепіння характерна для “грецької” стопи ( $62,0 \pm 0,9$  мм), а найменша – для “прямокутної” ( $60,6 \pm 0,6$  мм). Вона статистично вірогідно ( $P < 0,05$ ) відрізняється у “прямокутної” і “єгипетської” стопи, у яких вона схильна до слабкого варіювання ( $Cv = 8,6 - 10,1\%$ ), на відміну від “грецької” ( $Cv = 14,0\%$ ).

Висота зовнішнього поздовжнього склепіння “єгипетської” й “прямокутної” стопи однакові ( $66,0 \pm 0,4$  мм) і дещо менша, ніж у “грецької” форми ( $P > 0,05$ ). Вона найбільш мінлива в “грецької” стопи ( $Cv = 12,2\%$ ).

Висота внутрішньої арки поздовжнього склепіння має незначний коефіцієнт варіації ( $Cv = 7,7 - 10,3\%$ ). При цьому в “грецької” стопи вона дорівнює  $93,9 \pm 1,0$  мм, що статистично невірогідно ( $P > 0,05$ ) більше, ніж у “єгипетської” ( $92,7 \pm 0,4$  мм) і “прямокутної” ( $92,8 \pm 0,6$  мм) стопи.

Висота таранної кістки над основою опорної поверхні стопи має найбільше значення при “прямокутній” формі стопи ( $103,3 \pm 0,5$  мм) і більше, ніж при “єгипетській” і “грецькій” формах відповідно на  $0,7$  мм і  $1,3$  мм ( $P < 0,05$ ). Аналіз кутових параметрів стопи показав, що кут Фіка, який характеризує кут обертання стопи при вертикальному статичному положенні і при ходьбі, у всіх форм стопи менший норми (у нормі він становить  $5,0 - 18,0^\circ$ ). Найменший розворот стопи характерний для “грецької” форми ( $3,5 \pm 0,1$ ), а найбільший – для “єгипетської” ( $4,9 \pm 0,1$ ). Різниця параметрів статистично вірогідна між “єгипетською” і “грецькою” формами стопи ( $P < 0,05$ ). Цей кут характеризується великою мінливістю, незалежно від форми стопи ( $Cv = 20,7 - 37,4\%$ ).

Кут суглоба Шопарова (у нормі  $170,0 - 180,0^\circ$ ) при всіх формах стопи менший норми. Найменше відхилення від норми властиве “грецькій” стопі (на  $2,7^\circ$ ), середнє – “прямокутній” (на  $5,5^\circ$ ) і найбільше – “єгипетській” (на  $8,8^\circ$ ). Цей параметр відрізняється своєю стабільністю ( $Cv = 3,8\% - 4,4\%$ ).

Кут відхилення першого пальця при всіх формах стопи знаходиться в діапазоні норми (до  $10,0^\circ$ ). Максимального значення він досягає в “єгипетської” стопи ( $9,2 \pm 0,5^\circ$ ), а мінімального – у “грецької” ( $6,4 \pm 0,5^\circ$ ). Його відмінність між “єгипетською” і “грецькою” стопою статистично вірогідна ( $P < 0,05$ ). Цей параметр найбільш мінливий у “єгипетської” форми стопи ( $Cv = 12,9\%$ ).

За величиною кута позиційної постановки п'яткова кістка в підтаранному суглобі при “прямокутній” і “грецькій” формі стопи займає нейтральне положення (відповідно  $-4,7 \pm 0,5^\circ$  і  $3,5 \pm 0,5^\circ$ ), а при “єгипетській” формі стопи – проноване положення ( $-5,6 \pm 0,3^\circ$ ). При “грецькій” стопі варіація кута незначна ( $Cv = 7,7\%$ ) і середня варіація при “єгипетській” і “прямокутній” формі стопи ( $Cv = 12,6 - 15,0\%$ ). Таранноопорний кут знаходиться в діапазоні норми ( $21,0 - 26,0^\circ$ ) і мало відрізняється при всіх формах стопи ( $P > 0,05$ ;  $Cv = 7,7 - 8,5\%$ ).

Виростковий кут при “грецькій” і “єгипетській” стопі ( $109,5 \pm 0,5^\circ$ ) на  $1,4^\circ$  більший, ніж при “прямокутній” формі ( $P < 0,05$ ). При всіх формах стопи він перевищує нормальні значення на  $3,9 - 4,6^\circ$  (у нормі  $95,0 - 105,0^\circ$ ) і характеризується значною постійністю ( $Cv = 4,8\%$ ).

Кут п'яткової кістки менший норми (у нормі  $50,0 - 60,0^\circ$ ) на  $3,6 - 4,6^\circ$  і практично однаковий при всіх формах стопи ( $P > 0,05$ ).

Кут човникоподібної кістки статистично невірогідно ( $P > 0,05$ ) більший при “єгипетській” стопі ( $145,7 \pm 0,2^\circ$ ), а найменший – при “грецькій” ( $144,6 \pm 0,2^\circ$ ). Він перевищує норму (у нормі  $120,0 - 130,0^\circ$ ) при всіх формах стопи в середньому на  $15,0^\circ$  і мало мінливий ( $Cv = 2,7 - 3,0\%$ ). При всіх формах стопи її передній відділ знаходиться в положенні відведення по відношенню до заднього відділу, причому більш вираженому при “єгипетській” формі ( $0,85 \pm 0,01$ ) і найменше – при “грецькій” ( $0,78 \pm 0,01$ ). Відмін-

ності статистично вірогідні тільки між “грецькою” і “египетською” стопою ( $P < 0,05$ ). Найбільша мінливість коефіцієнта властива “прямокутній” стопі (табл. 4).

Таблиця 4

**Коефіцієнти переднього відділу і сплющення склепіння при різних формах стопи (n=267)**

Показники	Форма стопи	Варіаційно-статистичні показники					
		$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	$\sigma$	Cv%	P1	P2	P3
Коефіцієнт переднього відділу стопи	“Грецька”	0,77±0,01	0,10	10,9	*		
	“Скошена”	0,86±0,01	0,14	12,5	*		
	“Прямокутна”	0,75±0,02	0,11	18,6			*
Коефіцієнт поперечного сплющення	“Грецька”	0,37±0,001	0,02	5,1		*	
	“Скошена”	0,35±0,001	0,02	5,7			
	“Прямокутна”	0,36±0,002	0,02	12,1			
Коефіцієнт поздовжнього сплющення	“Грецька”	1,11±0,03	0,31	23,4			*
	“Скошена”	1,14±0,02	0,33	26,1			
	“Прямокутна”	1,12±0,04	0,32	39,4		*	

Примітка: P1 – вірогідність різниці “грецької” стопи з “египетською”; P2 – “грецької” стопи з “прямокутною”; P3 – “египетської” стопи з “прямокутною”; \* $P < 0,05$ .

Коефіцієнти поперечного й поздовжнього сплющення при всіх визначених формах стопи не виходять за межі норми – відповідно 0,25 і 0,81.

Із метою визначення взаємозв'язку соматометричних і плантографічних показників ми провели кореляційний аналіз отриманих результатів. Так, у студентів-чоловіків астеничного соматотипу між показником довжини стегна та “египетською” формою стопи існує високий прямо пропорційний кореляційний зв'язок ( $r=0,84$ ,  $P < 0,05$ ). Між показником довжини гомілки, масою тіла й “грецькою” формою стопи виявлено сильний обернено пропорційний кореляційний зв'язок ( $r=-0,72$ ;  $P < 0,05$ ). Статистично вірогідний і дуже високий обернено пропорційний кореляційний зв'язок спостерігається між показниками довжини тіла й “прямокутою” формою стопи ( $r=-0,90$ ;  $P > 0,05$ )

У студентів дигестивного соматотипу високий прямо пропорційний кореляційний зв'язок спостерігається між масою тіла й “прямокутною” формою стопи ( $r=0,80$ ,  $P < 0,05$ ) та середній обернено пропорційний кореляційний зв'язок ( $r=-0,61$ ;  $P < 0,05$ ) між довжиною тулуба і “грецькою” формою стопи.

Водночас у студентів торакального соматотипу виявлено статистично невірогідний і слабкий обернено пропорційний кореляційний зв'язок між довжиною нижньої кінцівки та “египетською” стопою ( $r=-0,11$ ,  $P > 0,05$ ), довжиною тулуба й “прямокутною” стопою ( $r=-0,02$ ,  $P > 0,05$ ). При цьому спостерігається середній прямо пропорційний кореляційний зв'язок між масою тіла та “грецькою” формою стопи ( $r=0,54$ ,  $P < 0,05$ ).

У студентів м'язового соматотипу високий прямо пропорційний кореляційний зв'язок виявлено між показниками довжини тіла, маси тіла, “прямокутною” формою стопи ( $r=0,89$ ,  $P < 0,05$ ) і гнучкості ( $r=0,07$ ,  $p > 0,05$ ). Середній прямо пропорційний кореляційний зв'язок спостерігається між довжиною стегна і “египетською” формою стопи ( $r=0,66$ ,  $P < 0,05$ ) та обернено пропорційний кореляційний зв'язок між окружністю стегна й гомілки та “грецькою” формою стопи ( $r=-0,54$ ,  $P < 0,05$ ).

#### **Висновки.**

1. Результати аналізу показників довжини й висоти внутрішньої частини поздовжнього склепіння стопи в абсолютних числах та індексу склепіння стопи у відсот-



- ках вказують на існування асиметрії стопи за досліджуваними параметрами (різниця становить у середньому  $3,3 \pm 0,04$  мм).
2. Форма стопи характеризується статистично вірогідними відмінностями лінійно-кутових параметрів та коефіцієнтів переднього відділу стопи. Не дивлячись на те, що середні значення коефіцієнтів поздовжнього й поперечного сплюснення стопи знаходяться в нормі, виявлені відхилення величини виросткового кута, п'яткової й човникоподібної кісток свідчать про можливий розвиток сплюснення поздовжнього й поперечного склепіння, що диктує необхідність проведення профілактичних заходів серед обстежених студентів.
  3. Отримані результати та їх аналіз дають підставу стверджувати, що в студентів-чоловіків у віці 19–20 років досліджувані плантографічні показники відповідають віковим нормативним вимогам і зумовлені певним соматотипом.
1. Аверьянова-Языкова Н. Ф. Изменение высоты сводов и толщины мягких тканей подошвенной поверхности стопы у детей и подростков от 8 до 11 лет по данным рентенографии / Н. Ф. Аверьянова-Языкова // Гений ортопедии. – 2002. – № 3. – С. 6.
  2. Анофриева Л. В. Диагностика плоскостопия у детей и подростков / Анофриева Л. В., Крестьяшин В. М., Лукин Л. И. // Радиология. – 2002. – № 2. – С. 12–16.
  3. Кокорева Т. В. Макро-микроскопическое строение 1-го плюсне-сесамовидного сочленения человека в норме и при вальгусной деформации первого пальца стопы : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. мед. наук : спец. 14.00.01 “Анатомия человека” / Т. В. Кокарева. – Курск, 2005. – 31 с.
  4. Менделевич И. А. Биомеханические принципы ортопедического обеспечения при патологии стопы / И. А. Менделевич // Протезирование и протезостроение. – 2009. – № 6. – С. 48–52.
  5. Перепелкин А. И. Половые морфофункциональные характеристики стопы у студентов медицинского университета / Перепелкин А. И., Гавриков К. В., Царапкин Л. В. // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. – 2008. – № 2. – С. 35–37.
  6. Перепелкин А. И. Морфофункциональная характеристика стоп в период второго детства в зависимости от типа телосложения / А. И. Перепелкин, К. В. Гавриков, А. И. Краюшкин, Л. В. Царапкин // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. – 2009. – Т. 24, № 4. – С. 20–24.
  7. Hansen S. T. Functional reconstruction of the foot and ankle / S. T. Hansen // Foot Ancl. Clin. – 2000. – № 2. – P. 318–322.
  8. Johnson J. E. Subtalar arthrodesis with flexor digitorum longus transter and spring ligament repair for treatment of posterior tibial tenial insufficiency / J. E. Johnson, B. E. Cohen // Foot Ankle Int. – 2002. – № 9. – P. 722–729.
  9. Weber W. E. Mechanik der menschlichen Gehewerkzeuge / W. E. Weber, E. F. Weber. – Gottingen, 2006. – 453 p.
  10. Wegmann H. Biomechanik Untersuchungen an Untrainierten unter Korperlichen Arbeit / Wegmann H., Klein K., Bruner H. // Int. Z. angew. Physiol. – 2006. – Bd. 26. – P. 4–12.

*Рецензент:* докт. мед. наук, проф. Бойчук Т. В.

УДК 37.037:796.011.3  
ББК 74.200.55

*Родіон Арламовський*

### СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ШКОЛЯРІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ФІЗИЧНОГО СТАНУ

*Стаття присвячена вивченню інноваційних програм фізичного виховання підлітків. Встановлено, що сучасна система фізичного виховання школярів не дає можливостей достатньою мірою розвивати належним чином фізичні якості й функціональні резерви кардіореспіраторної системи школярів.*

**Ключові слова:** *фізична підготовленість, фізичний розвиток, навчальна програма, інноваційні технології.*